ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er OCTOBRE 1917.

PRÉSIDENCE DE M. CAMILLE JORDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** dépose sur le bureau un volume intitulé : *Les Fondations de l'Académie des sciences* (1881-1915), rédigé par M. Pierre Gauja, secrétaire-rédacteur de l'Académie, et imprimé aux frais de celle-ci. La préface suivante, signée par les deux Secrétaires perpétuels, indique le but de cet ouvrage :

« Il est arrivé à nos commissions de prix de désirer des précisions sur les conditions mises par les donateurs à leurs libéralités, et d'avoir besoin de la liste des bénéficiaires antérieurs de telle ou telle fondation. Le présent ouvrage, fait avec beaucoup de soin par M. Pierre Gauja et complétant celui publié jadis par Ernest Maindron sur ce sujet, fournira immédiatement la réponse à ces questions. Les documents qu'il contient seront en outre précieux pour l'histoire même de l'Académie.

» S'il avait été possible d'accroître encore ce volume, la préface toute naturelle en eût été l'éloge des donateurs de l'Académie, lu dans la séance publique annuelle du 18 décembre 1911 par Gaston Darboux, et inséré dans le tome 52 de la deuxième série des *Mémoires de l'Académie des Sciences*. On y aurait trouvé l'expression d'une profonde gratitude pour les généreux donateurs, avec de judicieuses remarques sur l'évolution que le temps doit amener dans la forme de quelques-unes des libéralités qui nous sont faites. « Récompenser des travaux, disait notre regretté confrère, l'Académie s'est » toujours montrée disposée à le faire. Elle le fera encore à l'avenir. Mais » provoquer, subventionner et encourager des recherches, cela est mieux » encore. » Les fondations ayant ce dernier objet peuvent être relatives à un ordre particulier de recherches, ou avoir un caractère plus général.

L'Académie en possède déjà d'importantes, dont on trouvera l'historique dans ce volume, et il est à souhaiter que leur nombre augmente [1].

» L'Académie serait heureuse aussi que des dons lui permissent de participer elle-même à la création de centres de recherches devant être poursuivies sous sa direction. Plusieurs grandes sociétés savantes de l'étranger ont pu entrer dans cette voie que les conditions de nos donations ne nous ont pas jusqu'ici permis d'aborder. De tels centres seraient très utiles après la guerre actuelle, alors qu'un effort considérable sera nécessaire, qu'il s'agisse de science pure ou de travaux scientifiques faits en vue d'applications industrielles. »

Le Secrétaire perpétuel est certain d'être l'interprète de l'Académie en félicitant M. Pierre Gauja du zèle et de l'intelligence qu'il a mis à composer cet ouvrage qui rendra de grands services à nos commissions de prix. M. l'abbé Verschaffel a droit aussi aux remercîments de l'Académie pour avoir imprimé ce livre à Abbadia, au milieu des difficultés de l'heure présente.

M. **Émile Picard**, en déposant deux brochures sur le bureau, s'exprime comme il suit :

J'ai l'honneur d'offrir deux brochures à l'Académie.

L'une, intitulée : *Les sciences mathématiques en France depuis un demi-siècle*, est un nouveau tirage d'une étude que j'ai insérée dans un ouvrage publié en 1916 par divers littérateurs, savants et artistes, sous le titre : *Un demi-siècle de civilisation française* (1870-1915).

L'autre, intitulée : *La vie et l'œuvre de Gaston Darboux*, est une reproduction de l'article que j'ai publié dans la *Revue des Deux-Mondes* quelques semaines après la mort de notre regretté confrère.

---

[1] Depuis que ce livre est terminé, l'Académie compte une nouvelle fondation de ce genre, grâce à la générosité de Mme Beauregard qui lui a remis 2500fr de rente, destinés à constituer un *Fonds Clément Félix*, pour encourager des recherches sur l'électricité.

PLIS CACHETÉS.

M. **Jean Malburet** demande l'ouverture d'un pli cacheté accepté en la séance du 12 février 1917 et enregistré sous le nº 8365.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient la description d'une méthode photographique de recherche des astéroïdes.

(Renvoi à l'examen de M. B. Baillaud.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1º Les *Rapports scientifiques sur les travaux entrepris en* 1913 *au moyen des subventions de la* Caisse des recherches scientifiques.

2º *Devoirs et périls biologiques*, par le Dr Grasset. (Présenté par M. Ch. Richet.)

3º Edmond Delorme. *Chirurgie de guerre. Les fractures. Déplacements, séquelles, décalcifications, raideurs articulaires consécutives.* (Présenté par M. A. Laveran.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un procédé de sommation des séries trigonométriques*. Note de M. **Angelesco**, présentée par M. Appell.

Considérons le développement bien connu

$$\frac{\sin\alpha}{1-2r\cos\alpha+r^2}=\sin\alpha+r\sin2\alpha+\ldots+r^n\sin(n+1)\alpha+\ldots, \tag{1}$$

où α et r sont des quantités réelles. La série du second membre est uniformément convergente, pourvu que $|r|<1$. En multipliant les deux membres de (1) par $(1-r)$, on déduit

$$\frac{(1-r)\sin\alpha}{1-2r\cos\alpha+r^2}=\sin\alpha+2r\sin\frac{\alpha}{2}\cos\frac{3}{2}\alpha+\ldots+2r^n\sin\frac{\alpha}{2}\cos\left(n+\frac{1}{2}\right)\alpha+\ldots,$$

ou bien

$$(2)\qquad \frac{(1-r)\cos\frac{\alpha}{2}}{1-2r\cos\alpha+r^2}=\cos\frac{\alpha}{2}+r\cos\frac{3\alpha}{2}+\ldots+r^n\cos\left(n+\frac{1}{2}\right)\alpha+\ldots.$$

Multiplions encore les deux membres de cette dernière égalité par $\cos\frac{\alpha}{2}\,d\alpha$ et intégrons de o à 2π; comme

$$\int_0^{2\pi}\cos\left(p+\frac{1}{2}\right)\alpha\cos\frac{\alpha}{2}\,d\alpha=0$$

pour $p\geqq 1$, il nous restera

$$\int_0^{2\pi}\frac{(1-r)\cos^2\frac{\alpha}{2}}{1-2r\cos\alpha+r^2}\,d\alpha=\pi.$$

La quantité sous le signe d'intégration admettant, par rapport à α, la période 2π, on aura

$$(3)\qquad \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi}\frac{(1-r)\cos^2\frac{\alpha-x}{2}}{1-2r\cos(\alpha-x)+r^2}\,d\alpha=1,\qquad 0\leqq x\leqq 2\pi.$$

Cette égalité n'est valable que pour $|r|<1$. Si l'on fait tendre r vers $+1$, l'intégrale (3) devient une *intégrale singulière*, car, dans l'intégration, seul l'élément correspondant à $\alpha=x$ compte. Comme la quantité sous le signe d'intégration est une fonction paire en $(\alpha-x)$ et positive, on déduit, à l'aide du premier théorème de la moyenne, que l'intégrale

$$(4)\qquad \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi}f(\alpha)\frac{(1-r)\cos^2\frac{\alpha-x}{2}}{1-2r\cos(\alpha-x)+r^2}\,d\alpha$$

tend, quand on donne à r des valeurs tendant vers 1 par des valeurs inférieures à 1, vers $\frac{1}{2}[f(x+0)+f(x-0)]$ en tout point de discontinuité de première espèce de la fonction $f(x)$ bornée et intégrable; cette convergence est uniforme à l'intérieur de tout intervalle de continuité. Considérons le développement en série trigonométrique de $f(x)$,

$$f(x)=\frac{a_0}{2}+a_1\cos x+b_1\sin x+\ldots+a_n\cos nx+b_n\sin nx+\ldots,$$

et posons

$$A_n=a_n\cos nx+b_n\sin nx;$$

on voit alors, à l'aide du développement (2), que l'intégrale (4) représente la somme de la série

$$A_0 + \frac{1}{2}A_1 + \frac{1}{2}r(A_1 + A_2) + \frac{1}{2}r^2(A_2 + A_3) + \ldots + \frac{1}{2}r^n(A_n + A_{n+1}) + \ldots.$$

L'intégrale (4) correspond donc à un procédé de sommation des séries trigonométriques.

En cherchant, plus généralement, la somme de la série

$$\frac{p}{p}A_0 + \frac{p-1}{p}A_1 + \ldots + \frac{1}{p}A_{p-1}$$
$$+ \frac{1}{p}r(A_1 + A_2 + \ldots + A_p) + \ldots + \frac{1}{p}r^n(A_n + \ldots + A_{n+p-1}) + \ldots,$$

on trouve que cette série est représentée, pour les valeurs de $|r| < 1$, par l'intégrale

$$(5) \qquad \frac{1}{2p\pi}\int_{-x}^{2\pi-x} f(\alpha + x)\frac{\sin\frac{p}{2}\alpha}{\sin^2\frac{1}{2}\alpha}\,\frac{(1-r)\left(\sin\frac{p}{2}\alpha - r\sin\frac{p-2}{2}\alpha\right)}{1 - 2r\cos\alpha + r^2}\,d\alpha.$$

Pour $p = 1$ et $p = 2$, cette intégrale se réduit respectivement à l'intégrale de Poisson et à l'intégrale (4); pour $p > 2$, et r tendant vers 1, le noyau de cette intégrale singulière, qui reste une fonction paire en α, ne garde plus un signe constant. p étant un nombre fini, en partageant l'intervalle d'intégration $-x$ à $2\pi - x$ par les points racines de l'équation

$$\frac{\sin\frac{p}{2}\alpha}{\sin^2\frac{\alpha}{2}}\left(\sin\frac{p}{2}\alpha - r\sin\frac{p-2}{2}\alpha\right) = 0,$$

on pourra encore conclure, par l'application du premier théorème de la moyenne, que cette intégrale tend, lorsque r tend vers $+1$, vers

$$\frac{1}{2}[f(x+0) + f(x-0)],$$

$f(x)$ étant une fonction bornée et intégrable. Bien entendu nous supposons, comme dans la méthode classique relative à l'intégrale de Poisson, qu'on se donne d'abord la valeur de la variable x et ensuite qu'on fait tendre r vers $+1$.

Lorsque le nombre p croît indéfiniment, le premier théorème de la

moyenne n'est plus suffisant pour prouver la convergence de l'intégrale (5), pour r tendant vers $+1$. Remarquons que, si dans ce cas nous faisons $r=0$, l'intégrale (5) se réduit à l'intégrale de Fejér.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une décomposition d'un intervalle en une infinité non dénombrable d'ensembles non mesurables*. Note de MM. **W. Sierpiński** et **N. Lusin**, présentée par M. Hadamard.

Le but de cette Note est de démontrer l'existence d'*une décomposition de l'intervalle* (0, 1) *en une infinité de puissance du continu d'ensembles sans points communs deux à deux et tels que la mesure extérieure de chacun de ces ensembles est égale à* 1. La démonstration de cette existence utilisera le théorème de M. Zermelo, d'après lequel il existe un ensemble bien ordonné de puissance du continu.

Soit Ω_0 le plus petit nombre transfini tel que l'ensemble de tous les nombres transfinis $\alpha < \Omega_0$ ait la puissance du continu. Il existe donc un ensemble bien ordonné du type Ω_0

$$x_1, \quad x_2, \quad x_3, \quad \ldots, \quad x_\omega, \quad \ldots, \quad x_\alpha, \quad \ldots \quad (\alpha < \Omega_0) \tag{1}$$

contenant une et une seule fois tout point x de l'intervalle (0, 1). Or, l'ensemble de tous les ensembles parfaits contenus dans (0, 1) ayant la puissance du continu (et d'après $c.c = c$, c désignant la puissance du continu), il existe un ensemble bien ordonné du type Ω_0

$$P_1, \quad P_2, \quad P_3, \quad \ldots, \quad P_\omega, \quad \ldots, \quad P_\alpha, \quad \ldots \quad (\alpha < \Omega_0) \tag{2}$$

contenant tout ensemble parfait de l'intervalle (0, 1) une infinité de puissance du continu de fois.

Prenons maintenant le premier point p_1 de la suite (1) contenu dans l'ensemble P_1, ensuite le premier point p_2 de la suite (1) contenu dans P_2 et autre que p_1, puis le premier point p_3 de (1) contenu dans P_3 et autre que p_1 et p_2, et ainsi de suite transfiniment. Généralement, α étant un nombre ordinal fini ou transfini donné $< \Omega_0$, désignons par p_α le premier point de la suite (1) contenu dans P_α et autre que tous les points

$$p_1, \quad p_2, \quad \ldots, \quad p_\omega, \quad \ldots, \quad p_\xi, \quad \ldots \quad (\xi < \alpha). \tag{3}$$

[On voit sans peine que, pour tout nombre $\alpha < \Omega_0$ un tel point p_α existe dans P_α, puisque l'ensemble parfait P_α a la puissance du continu et (3) est

un ensemble du type $\alpha < \Omega_0$, donc, d'après la définition du nombre Ω_0, de puissance inférieure à celle du continu.]

Nous avons donc ainsi défini un ensemble bien ordonné de points différents de (o, 1)

$$(4) \qquad p_1, \ p_2, \ p_3, \ \ldots, \ p_\omega, \ \ldots, \ p_\alpha \quad (\alpha < \Omega_0)$$

du type Ω_0.

Soit maintenant P un ensemble parfait, situé dans (o, 1). La suite (2) contenant P une infinité de puissance du continu de fois, l'ensemble des indices successifs α satisfaisant à la condition $P_\alpha = P$ sera évidemment du type Ω_0. Soient

$$\alpha_1, \ \alpha_2, \ \alpha_3, \ \ldots, \ \alpha_\omega, \ \ldots, \ \alpha_\beta, \ \ldots \quad (\beta < \Omega_0)$$

ces indices et posons

$$p_{\alpha_\beta} = q_\beta(P) \qquad (\text{pour } \beta < \Omega_0).$$

A tout ensemble parfait P de (o, 1) correspondra donc un ensemble bien ordonné de points différents

$$(5) \qquad q_1(P), \ q_2(P), \ \ldots, \ q_\omega(P), \ \ldots, \ q_\beta(P), \ \ldots \quad (\beta < \Omega_0)$$

du type Ω_0; l'ensemble (5) sera évidemment sous-ensemble de P et aux ensembles P inégaux correspondront toujours des ensembles (5) sans point commun.

Posons maintenant, pour tout nombre donné $\beta < \Omega_0$,

$$Q_\beta = \sum_{\mathfrak{P}} q_\beta(\mathfrak{P}),$$

la sommation s'étendant à tous les ensembles parfaits de (o, 1).

On voit sans peine que les ensembles Q_β et $Q_{\beta'}$ seront sans points communs pour $\beta \neq \beta'$ et que tout ensemble Q_β contiendra au moins un point de tout ensemble parfait de (o, 1).

Or on démontre sans peine que tout ensemble situé dans (o, 1) et contenant au moins un point de tout ensemble parfait de (o, 1) a la mesure extérieure (lebesguienne) égale à l'unité. [Soit en effet $\mathcal{E}$ un tel ensemble : si la mesure extérieure de $\mathcal{E}$ était < 1, on pourrait enfermer (au sens étroit) $\mathcal{E}$ dans une infinité dénombrable d'intervalles dont la somme des longueurs est < 1 : les points de (o, 1) non intérieurs à aucun de ces intervalles formeraient donc un ensemble fermé de mesure positive, donc contenant un

ensemble parfait. Il existerait donc dans (o, 1) un ensemble parfait sans point commun avec $\mathcal{E}$, contrairement à la propriété de $\mathcal{E}$.]

Désignons encore par Q_0 l'ensemble de tous les points de (o, 1) (s'il existe) n'entrant dans aucun des ensembles Q_β ($\beta < \Omega_0$) (on pourrait d'ailleurs démontrer sans peine que l'ensemble Q_0 est nul) : les ensembles

$$Q_0 + Q_1,\ Q_2,\ Q_3,\ \ldots,\ Q_\omega,\ \ldots;\ Q_\beta,\ \ldots\ (\beta < \Omega_0)$$

donneront donc la décomposition cherchée de l'intervalle (o, 1) en une infinité de puissance du continu d'ensembles sans points communs deux à deux, dont chacun a la mesure extérieure égale à 1. On voit aussi sans peine que la mesure intérieure de chacun de ces ensembles sera nulle.

Nous signalerons encore en quelques mots une voie un peu différente pour arriver à une décomposition de l'intervalle dont nous venons de parler.

Soient, comme plus haut, Ω_0 le plus petit nombre transfini correspondant à la puissance du continu et

$$S_1,\ S_2,\ S_3,\ \ldots,\ S_\omega,\ \ldots,\ S_\alpha,\ \ldots\ (\alpha < \Omega_0)$$

une suite transfinie du type Ω_0 formée de tous les ensembles parfaits contenus dans (o, 1).

Prenons maintenant un point s'_1 dans S_1, deux nouveaux points s''_1 et s''_2 dans S_2, trois nouveaux points s'''_1, s'''_2 et s'''_3 dans S_3, et ainsi de suite transfiniment (généralement prenons dans S_α les points $s_1^{(\alpha)}, s_2^{(\alpha)}, \ldots, s_\alpha^{(\alpha)}$). Pour tout nombre ordinal donné $\alpha < \Omega_0$, les points

$$s_\alpha^{(\alpha)},\ s_\alpha^{(\alpha+1)},\ s_\alpha^{(\alpha+2)},\ \ldots,\ s_\alpha^{(\alpha+\omega)},\ \ldots,\ s_\alpha^{(\alpha+\beta)},\ \ldots\ (\beta < \Omega_0)$$

formeront, comme on le voit sans peine, un ensemble $\mathcal{E}_\alpha$, possédant des points communs avec tout ensemble parfait de (o, 1) (puisque tout ensemble parfait contient une infinité de puissance du continu de sous-ensembles parfaits).

Les ensembles $\mathcal{E}_\alpha$ ($\alpha < \Omega_0$) sont de mesure extérieure égale à 1, sans points communs deux à deux.

OPTIQUE. — *Démonstration expérimentale de la constance de vitesse de la lumière réfléchie par un miroir en mouvement.* Note de M. **Q. Majorana**, transmise par M. G. Lippmann.

Cette recherche se rattache à la question de savoir si la vitesse de la lumière est une constante, comme le voudrait le deuxième postulat de la

théorie de la relativité. On a commencé, par raison de moindre difficulté expérimentale, à étudier la vitesse de la lumière émise par une source fixe, et réfléchie par un miroir en mouvement; on essayera ensuite de répéter la même recherche, pour le cas d'une source terrestre en mouvement.

Bien que la question puisse sembler déjà résolue par les expériences de Galitzine et Wilip (miroirs en mouvement et examen de la lumière par des réseaux de diffraction), ou même par celles de Stark et Paschen sur les rayons canaux, les conclusions qu'on peut tirer de ces expériences ne sont pas très sûres.

Je me suis proposé d'examiner la lumière réfléchie sur un miroir en mouvement par une méthode interférentielle simple, dont on va exposer le principe.

Il est facile de voir que si l'on admet que la vitesse d'un rayon de lumière de fréquence n ne change pas, par la réflexion sur un miroir en mouvement, tandis que, par l'effet Doppler, la fréquence devient $n' = n(1 + \beta)$, où $\beta = \frac{v}{c}$ (v étant la composante de la vitesse de l'image selon le rayon réfléchi, et c la vitesse de la lumière), la nouvelle longueur d'onde sera $\lambda' = \lambda(1 - \beta)$. Si, au contraire, on admet que, à la vitesse c de la lumière incidente, on doit ajouter ladite composante (hypothèse de Stewart, Thomson, Comstock, etc.), la fréquence nouvelle est encore $n' = n(1 + \beta)$, mais la longueur d'onde reste inaltérée et égale à λ.

Ces deux hypothèses correspondent, respectivement, au deuxième postulat de la théorie de la relativité, et à une sorte de théorie *émissive* ou *émanative* de la lumière, dont on a un exemple dans l'étude critique de W. Ritz.

On a tiré parti de ces considérations dans la disposition expérimentale suivante :

La lumière employée est celle de l'arc à mercure dans le vide (ligne verte, $\lambda = 546^{\mu\mu}$). On fait tomber un rayon de cette lumière sur une roue de 38^{cm} de diamètre, dont la périphérie est munie de 10 petits miroirs uniformément espacés sur la périphérie même. Les plans des miroirs sont normaux au plan de la roue et sont légèrement et également inclinés sur le rayon de la roue passant par chacun des miroirs. Des miroirs fixes ramènent la lumière, successivement, sur un certain nombre des miroirs mobiles de la roue (ordinairement 4), de sorte que, si la roue fait un nombre de tours par seconde $g = 60$, la composante de la vitesse de l'image du dernier miroir mobile, selon le rayon réfléchi par ce miroir, est de presque 450^m par seconde. Naturellement la lumière qu'on peut recueillir par la réflexion du dernier miroir mobile est constituée par une série de lueurs presque instantanées de nombre $10g$ par seconde. Cette lumière, qui semble à l'œil tout à fait continue, est beaucoup plus faible que la lumière incidente, mais suffisante pour les observations.

Pour examiner la lumière réfléchie par le dernier miroir mobile, je me suis servi de l'interféromètre de Michelson, avec une grande différence de marche entre les rayons interférents (10^{cm} à 32^{cm}). Dans ces conditions, si l'on observe avec une lunette les franges circulaires à l'infini, il est possible d'apercevoir un déplacement de celles-ci, même si la longueur d'onde incidente varie seulement de quelques millionièmes de sa valeur. Et, précisément, si l est la différence de marche des deux rayons interférents, λ la longueur d'onde du rayon employé, v la composante de la vitesse de l'image du dernier miroir mobile, suivant le rayon réfléchi, et c la vitesse de la lumière,

$$f = \frac{l}{\lambda}\frac{v}{c}$$

sera le nombre de franges qui passent à travers le fil du micromètre oculaire de la lunette, lorsque la roue passe de l'immobilité au mouvement rotatoire. Si l'on fait tourner la roue dans un sens, et ensuite dans le sens opposé, avec la même vitesse, on observera, évidemment, le déplacement d'un nombre double de franges, c'est-à-dire $2f$. Ceci est vrai si l'on admet la constance de c; mais si c était variable, ou si proprement à la valeur $c = 3.10^{10}$ cm : sec, on devait ajouter les 450 m : sec, correspondant à la composante de vitesse de l'image du dernier miroir, dans la direction du rayon réfléchi, aucun déplacement de frange ne serait observable.

Or l'expérience, conduite de la manière susdite, lorsque $l = 130^{mm}$, donne un déplacement, très nettement observable, compris entre 0,7 et 0,8 frange, quand la roue passe de la vitesse de 60 tours par seconde dans un sens à une vitesse égale et contraire. Le calcul fait prévoir un déplacement de $2f = 0,71$, qui est donc en bon accord avec l'expérience.

Il est permis, par conséquent, de conclure que : *dans les conditions indiquées, la vitesse de propagation de la lumière n'est pas influencée par la vitesse de déplacement des miroirs sur lesquels elle se réfléchit.*

Je me propose, prochainement, d'examiner avec le même dispositif, le cas où une source terrestre est mise artificiellement en mouvement.

PHYSIQUE. — *Sur l'effet thermoélectrique par étranglement dans le cas du mercure.* Note (¹) de M. **Carl Benediks**, présentée par M. Henry Le Chatelier. (Extrait.)

L'effet thermoélectrique dont j'ai démontré l'existence est étroitement lié à l'effet Thomson, dont il peut être considéré comme le renversement. Il est facile de voir que si l'on convient de considérer la force électromo-

---

(¹) Séance du 17 septembre 1917.

trice développée comme positive, quand le courant va du froid au chaud, le signe de cette force doit être le même que celui de l'effet Thomson. Pour vérifier cette indication, on peut substituer à l'effet Thomson, qui n'a pas été mesuré sur un grand nombre de métaux, le second coefficient β du pouvoir thermoélectrique du métal considéré opposé au plomb. Ce coefficient est toujours de même signe que l'effet Thomson. J'ai fait cette comparaison sur une trentaine de métaux et d'alliages, et l'accord a toujours été complet.

Mais pendant longtemps des objections ont été faites à la réalité de l'existence de l'effet Thomson. Clausius, Wiedemann le considéraient comme un vague effet Peltier occasionné par l'hétérogénéité de la structure des métaux industriels. Ces critiques ont persisté jusqu'au jour où Haga réussit à observer l'effet Thomson dans le mercure liquide.

Les mêmes objections pouvant être faites au nouvel effet thermoélectrique, il m'a semblé nécessaire d'en démontrer également l'existence dans le cas du mercure.

Une première expérience a été faite avec une petite cuve en verre renfermant une lame de mercure de $0^{mm},1$ d'épaisseur, qui était suspendue dans un champ magnétique. En la chauffant dissymétriquement, on observait dans un champ de 500 gauss des déviations sur l'échelle de 19^{mm}. En répétant l'expérience dans un champ nul pour apprécier l'importance des courants d'air produits par le chauffage, la déviation ne dépassa pas $1^{mm},5$.

On constata enfin que le sens de la déviation change avec le signe du champ magnétique, comme le veut la théorie.

Mais dans tous les cas la déviation observée était de signe contraire à celle que fait prévoir le sens de l'effet Thomson, tel que l'indique Baedeker (*Die elektrischen Erscheinungen in metallischen Leitern*, p. 76, 1911, Braunschweig). J'eus beau répéter et varier les expériences, il me fut impossible de rétablir l'accord et je perdis un temps considérable à ces tentatives. Je me décidai alors à mesurer directement l'effet Thomson sur l'échantillon de mercure qui avait servi à mes expériences. Je le trouvai de signe contraire à celui qu'indique cet auteur. En faisant le relevé bibliographique des recherches antérieures, je reconnus qu'elles étaient toutes d'accord avec les miennes : Haga (1886), Schoutt (1907) et Cermak (1910); les indications de Baedeker étaient complètement inexactes.

On peut donc affirmer que le nouvel effet thermo-électrique par étranglement existe également dans les métaux liquides et que son signe y est bien conforme à celui que fait prévoir la théorie.

Les tentatives faites pour manifester l'existence de cet effet au moyen du galvanomètre, en appliquant le principe d'étranglement, c'est-à-dire en produisant un changement brusque de section dans un tube capillaire rempli de mercure, n'ont pas donné de résultats certains. Les parois du tube de verre modifient la répartition des températures dans la colonne de mercure, compensant en partie l'effet du changement brusque de section. On obtient le même résultat négatif avec les corps solides, quand on les enduit de verre autour du point d'étranglement. Une croix de platine, qui donnait primitivement à l'air libre une déviation de 223^{mm}, fut recouverte, au point de jonction des deux fils, d'une couche très mince de verre fondu. La déviation tomba immédiatement à 43^{mm}, soit à moins du cinquième de sa valeur primitive.

PHYSIQUE. — *Sur les spectres des rayons X des éléments isotopes.* Note de MM. **Manne Siegbahn** et **W. Stenström**, transmise par M. Villard.

Nous savons, par les recherches de MM. Rutherford et Andrade, que les spectres des rayons γ de Ra B et Ra C présentent un accord [1] essentiel avec les spectres des rayons X de leurs isotopes. Il n'est pas facile de juger de la latitude de cet accord, quant à la valeur numérique des longueurs d'onde, par des mensurations pratiquées dans des conditions différentes. Il semble pourtant que la différence éventuelle est inférieure aux limites de l'erreur.

Une comparaison des spectres des rayons γ des matières radioactives avec les spectres des rayons X de leurs isotopes paraît moins aisée qu'une étude analogue des spectres des rayons X d'isotopes différentes. En vue d'une telle étude il y a d'abord les deux isotopes : plomb-Ra G, parce que le Ra G existe en pureté et en quantités suffisantes et que, d'autre part, le poids atomique en est bien défini. On sait que M. O. Hœnigschmid, en utilisant le minerai uraninite pur, cristallisé, provenant de Morogoro, est parvenu à produire une préparation d'une pureté exceptionnelle. Grâce à l'aimable complaisance du professeur Hœnigschmid, nous avons été à même de comparer les spectres des rayons X de cette préparation de Ra G [2] avec celui du plomb ordinaire.

---

[1] Voir M. Siegbahn, *Ber. über die Röntgensp., etc.* (*Jahrb. d. Rad. und Elektronik*, 1916).

[2] Le poids atomique de la préparation était, selon les constatations de M. Hœnigschmid, de 206,05, tandis que celui du plomb ordinaire est de 207,18.

Notre étude porte aussi bien sur toute la série L que sur les lignes les plus fortes (α, β) de la série M. Dans l'un et l'autre cas, les deux spectres furent reproduits sur une même plaque, dans des conditions absolument identiques.

En interceptant les rayons au moyen d'un écran de plomb, nous avons obtenu qu'une bande au centre de la plaque fût éclairée par le spectre des rayons X du Ra G, tandis que le spectre du plomb se reproduisait sur les parties extérieures. Dans aucun des cas on n'a eu à constater de déplacement ni d'autre changement des lignes spectrales.

Nous constatons donc, comme résultat final, que les longueurs d'onde des spectres des rayons X des isotopes plomb-RaG, avec l'exactitude acquise d'environ $0,0001.10^{-8}$ cm, s'accordent ensemble. Il avait été, comme on le sait, constaté déjà auparavant que les spectres ordinaires, visibles et ultraviolets, sont également identiques, de sorte que la différence dans les oscillations atomiques, produite par la masse différente du noyau de l'atome, échappe à nos mensurations, supposition à laquelle prédisposaient déjà des réflexions purement théoriques.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Martensite, troostite, sorbite.* Note de M. **P. Dejean**, transmise par M. Henry Le Chatelier.

Nous avons indiqué dans une Note antérieure [1] les relations existant entre les points critiques de refroidissement des aciers et la production des constituants micrographiques troostite et martensite.

L'interprétation des résultats obtenus dépend essentiellement, dans la forme, de la définition admise pour les constituants; c'est pourquoi nous n'avons pas cru inutile de revenir ici sur cette question.

Tout le monde est bien d'accord sur les propriétés physiques de la martensite; quant à sa nature chimique, il semble que la seule théorie actuellement admissible est celle que M. Le Chatelier a soutenue depuis fort longtemps en opposition avec celle d'Osmond, et qu'il a rappelée dans une Communication récente [2].

La question de la troostite est beaucoup plus complexe. C'est encore M. Le Chatelier qui, en 1908 [3], montrait la question sous son véritable

[1] *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 182.
[2] *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 172.
[3] *Revue de Métallurgie*, t. 5, 1908, p. 169-170.

jour. Parlant du constituant qu'il désignait alors sous le nom de constituant X, il disait :

Il est caractérisé dans tous les cas par la propriété générale de prendre une coloration noire très intense, quand on attaque la surface polie du métal par les réactifs acides les plus faibles employés dans la métallographie du fer. Ce constituant a reçu suivant les occasions, les noms de *troostite*, *osmondite*, *troosto-sorbite* et quelquefois même de *sorbite* (Stead). Ces différents noms se rapportent surtout aux conditions différentes dans lesquelles on l'obtient.

Troostite. — Nous appelons *troostite* le constituant, facilement attaquable par les réactifs micrographiques, qui s'obtient lorsqu'on trempe un acier (préalablement chauffé à une température *au moins égale* à celle du point critique Ac_1), avec une énergie insuffisante pour obtenir de la martensite pure. Il se présente généralement sous forme de taches à contours arrondis ou quelquefois même bordées d'aiguilles, réparties sur un fond de martensite ou d'austénite. C'est ce constituant qu'on pourrait appeler aussi *troostite de trempe* dont nous avons noté la formation au point A. Il correspond assez bien à la troostite d'Osmond et à la troosto-sorbite de Kourbatoff. C'est un agrégat ultramicroscopique de carbure de fer et de fer.

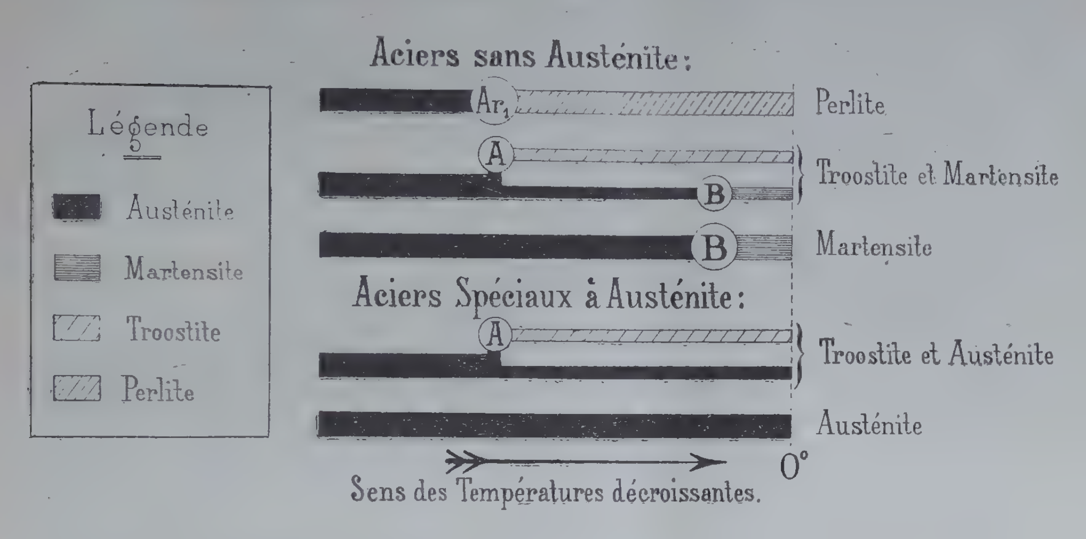
Sorbite. — Nous réservons le nom de *sorbite* à un constituant chimiquement et physiquement à peu près identique à celui dont nous venons de parler et qui s'obtient par traitement thermique *au-dessous du point critique* Ac_1 d'un acier préalablement trempé. Ce constituant, appelé quelquefois *troostite de revenu*, ne diffère guère du précédent que par son mode de formation et son aspect micrographique. Tandis que la *troostite de trempe* se présente ordinairement sous forme de taches foncées sur fond clair, la *troostite de revenu* (sorbite) constitue généralement le fond même de la préparation. Elle résulte de la décomposition, *in situ*, de la martensite. Sa formation n'a pas de relation avec le point A tel que nous l'avons défini antérieurement. Ce constituant de revenu ainsi défini correspond assez exactement à la *sorbite* de Stead [1].

On pourrait même réserver le nom de *sorbite* au constituant des aciers revenus au voisinage du point critique et de prendre celui d'*osmondite* pour le constituant beaucoup moins bien formé qu'on trouve dans les aciers revenus à une température plus basse (300° à 400°), suivant la proposition que faisait en 1908 M. Le Chatelier.

---

[1] *Sorbitic steel rails* (*Iron and Steel Institute*, septembre 1903).

Les diagrammes de la figure 1 résument assez simplement nos travaux sur les points critiques A et B, si l'on admet les définitions que nous avons données plus haut, et qui, sans être rigoureusement classiques, se réfèrent aux meilleurs auteurs en la matière : MM. Osmond, Le Chatelier et Stead.



Dans cette même hypothèse, ils sont également d'accord avec les expériences récentes de MM. Portevin, Garvin et Chévenard.

La formation de la perlite et celle de la troostite étant caractérisées par le même point (point A), il est facile de concevoir qu'on peut passer de l'un à l'autre de ces constituants en modifiant légèrement les conditions de leur production.

PHYSIOLOGIE. — *Sur une méthode nouvelle d'inscription graphique en physiologie.* Note de M. **L.-C. Soula**, présentée par M. Charles Richet.

La méthode est basée sur le principe suivant : Si l'on monte sur un circuit de pile un microphone et un solénoïde dans l'axe duquel est placé un aimant, toutes les variations de résistance produites dans le microphone par des pressions extérieures détermineront des modifications correspondantes du champ magnétique; un fer doux placé devant l'aimant, s'il est muni d'un stylet, devra donc pouvoir inscrire les pressions subies par le microphone.

Pour que l'inscription ait une amplitude suffisante, il est nécessaire que les variations du champ magnétique soient relativement très grandes, par suite que les variations d'intensité du courant de pile soient très marquées. Il importe donc que la partie *inscripteur* du circuit présente une résistance faible par rapport à celle du microphone. Si, par exemple, les pressions qu'on exerce sur le microphone font varier sa résistance dans les limites 40^{ω} à 100^{ω} et que l'inscripteur employé ait une résistance de 5^{ω}, les variations de résistance du circuit total oscilleront de $(40+5)^{\omega}$ à $(100+5)^{\omega}$, ce qui réaliserait des conditions excellentes.

N'ayant pu disposer que d'un inscripteur très résistant, j'ai utilisé un transformateur pour rendre les variations mieux inscriptibles.

Le dispositif employé a donc comporté :

1° Un primaire, sur lequel était monté le microphone explorateur (courant de pile de deux à quatre éléments de 1,25 volt en série);

2° Un secondaire, sur lequel était monté l'inscripteur.

Ce mode opératoire peut présenter des inconvénients; mais il serait possible d'y remédier, à l'aide d'une instrumentation plus souple que celle dont j'ai disposé.

Les graphiques que je présente à l'Académie ont été recueillis avec des appareils de contention rudimentaires ou même sans appareils de contention.

J'ai cru devoir communiquer mes premiers résultats, quelque incomplets qu'ils soient, en raison de l'impossibilité momentanée où je me trouve d'en obtenir de meilleurs, parce que, en dehors de son originalité, par la sensibilité et la possibilité d'inscription à distance qu'elle apporte, la méthode nouvelle me paraît devoir rendre des services et mériter d'être portée à la connaissance des physiologistes.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Parasitisme des graines toxiques ou riches en huiles essentielles*. Note (1) de M. **V. Galippe**, présentée par le prince Bonaparte.

Dans une Note du 2 août 1915 sur le *Parasitisme des graines et son importance en Biologie générale*, j'ai fait connaître que les graines normales, en une proportion très considérable, renfermaient des parasites. J'ai indiqué

(1) Séance du 24 septembre 1917.

également quels étaient, suivant moi, les modes de colonisation des graines, ainsi que l'action tératogène qui pouvait en résulter. Je signalerai aujourd'hui la présence de parasites dans les graines toxiques ou riches en huiles essentielles.

I. — Graines toxiques.

1° *Fève de Calabar* [*Physostigma venenosum* (Balf.)]. — Cette graine renferme plusieurs principes toxiques : l'ésérine, la calabarine, l'éséridine, etc. Elle donne facilement des cultures dans lesquelles domine la forme bacillaire.

2° *Fèves de Saint-Ignace* [Semences du *Strychnos Ignatii* (Bergius), *Ignatia amara* (L.), *Ignatia Philippinica* (Lour)] renferment 0g,860 de strychnine et 2g,165 pour 100 de brucine (Bourquelot). Cette graine donne des cultures très riches en microorganismes, dans lesquelles domine également la forme bacillaire.

Quand on laisse suffisamment vieillir ces cultures de façon à obtenir la désintégration des tissus, on voit apparaître, en vertu de la *microbiose*, des organismes extrêmement petits évoluant vers la forme bacillaire.

3° *Noix vomique* [*Strychnos nux vomica* (L.)] renferme 0g,745 de strychnine et 1g,625 de brucine pour 100 (Bourquelot). Ces graines fournissent des cultures abondantes dans lesquelles la forme bacillaire domine. Après deux ou trois mois, on voit apparaître également des organismes extrêmement petits provenant de phénomènes de *microbiose*.

Ayant injecté, sous la peau d'un cobaye du poids de 500g, 1cm³ d'une culture de noix vomique, vieille d'un peu plus de deux mois, celui-ci n'a manifesté aucune réaction, ce qui tend à démontrer que les alcaloïdes avaient été détruits par les microorganismes et que ces derniers n'avaient aucun pouvoir pathogène. On sait, du reste, que des champignons inférieurs, ainsi que des microorganismes, peuvent se développer dans des solutions d'alcaloïdes.

4° Mon ami, M. le professeur Guignard, a bien voulu me confier un certain nombre de spécimens de haricots à acide cyanhydrique (*Phaseolus lunatus* L.), dont il a magistralement étudié les propriétés toxiques dans un travail publié en 1906, *in Bulletin des Sciences pharmacologiques.*

Haricots de Birmanie (variété blanche). — La proportion d'acide cyanhydrique dosée par M. Guignard variait entre 0g,020 et 0g,030 pour 100.

Les cultures ont donné des résultats positifs dans lesquels les formes bacillaires sont en majorité. Dans les ensemencements sur gélose, les microorganismes dus à la microbiose se sont montrés extrêmement abondants.

Variété rouge. — Donne également des cultures, mais présentant des caractères un peu différents de celles obtenues avec la variété blanche. On y remarque de très gros bacilles sporogènes, donnant naissance à des spores proliférant à leur tour et s'organisant en chaînettes plus ou moins longues. Nous avons également rencontré dans nos cultures des tubes mycéliens extrêmement fins et qui nous ont paru devoir être rapprochés du genre *Nocardia*.

Haricots de Java (variété blanche), quantité d'acide cyanhydrique non dosée. Cette variété a donné des cultures plus tardives que la précédente. Elles renfermaient des bacilles grêles, sporogènes et un nombre considérable de microcoques évoluant vers la forme bacillaire (*microbiose*). Sur gélose on obtient des cultures pures de diplocoques.

Variété rouge. — C'est la forme bacillaire qui domine dans les cultures ; cependant, par ensemencement sur gélose, on obtient, comme précédemment, une culture pure de diplocoques.

Variété tigrée. — Cultures riches en bacilles sporogènes; microcoques évoluant vers la forme bacillaire et résultant vraisemblablement d'un phénomène de *microbiose*. Champignons inférieurs d'espèces non déterminées.

II. — Graines riches en huiles essentielles.

Les huiles essentielles jouent généralement, dans les cultures, le rôle d'antiseptiques. Pasteur a démontré depuis longtemps que le suc d'oignons s'opposait complètement à la formation de la levure de bière et, en 1887, j'ai signalé que l'ail jouissait du même pouvoir inhibiteur vis-à-vis des microorganismes. Les graines, riches en huiles essentielles, donnent plus difficilement des cultures que les graines toxiques et il faut attendre souvent longtemps que ces huiles essentielles se soient évaporées, à la température de l'étuve, pour obtenir des résultats positifs.

1° *If. Taxus baccata* (L.). — Alors que la baie donne facilement des cultures, la graine, riche en huile essentielle, ne fournit des résultats positifs qu'après plus de deux mois d'attente. Dans mes expériences j'ai observé des microcoques très réfringents et ne prenant pas la matière colorante. On constate également leur existence dans les cellules de la graine. Ils évoluent vers les formes diplobacillaire et bacillaire. Ces microorganismes sont vraisemblablement d'origine intracellulaire.

2° *Noix muscade* [Graine du *Myristica fragrans* (Houttuyn). *M. Moschata* (Thunb.), *M. aromatica* (Lam.), *M. officinalis* (L.)]. — Ce n'est qu'après 5 ou 6 mois d'attente que les ensemencements ont donné des cultures constituées par de très nombreux diplocoques formant des colonies blanches, arrondies, d'aspect gras. Ces microorganismes étaient doués de mouvements; la forme tétragène était assez fréquente.

3° *Fève Tonka* [*Dipterix odorata* (Wild), *Coumarouna odorata* (Aubl.)]. — Bien que très riche en huile essentielle, la fève Tonka donne des cultures positives entre le douzième et le quinzième jour, avant la complète évaporation des gouttelettes d'essence. Cultures riches en bacilles présentant les mêmes caractères dans les divers milieux employés.

On conçoit que pour les graines riches en huile essentielle, le procédé consistant à immerger les fragments de graine dans un liquide nutritif ne soit pas à recommander, les huiles essentielles venant former une couche isolante à la surface du liquide et modifiant ainsi les conditions habituelles de culture.

Il vaut mieux employer des milieux solides ou recourir au procédé que j'ai indiqué en 1891.

4° *Poivre noir* [*Piper nigrum* (L.)]. — Le poivre renferme une huile essentielle, de la résine et un alcaloïde, la pipérine. On savait depuis longtemps que les macérations de poivre donnaient naissance à de nombreux microorganismes, mais on pensait que ceux-ci avaient été apportés par les germes de l'air. Au bout de peu de jours, nos cultures ont donné des résultats positifs. Elles renfermaient un grand nombre de bacilles formant de longues chaînettes. Sur les milieux solides ces bacilles constituent des groupes énormes et deviennent sporogènes. On observe en outre des microcoques d'une extrême petitesse, évoluant vers la forme bacillaire.

5° Si je signale ici les graines du caféier [*Coffea arabica* (L.)], c'est

qu'elles donnent très facilement des cultures et que celles-ci renferment un bacille chromogène donnant une très belle coloration verte.

On voit, par les expériences brièvement rapportées ci-dessus, que le parasitisme des graines est un fait d'ordre général et que celles renfermant des substances toxiques ou des huiles essentielles ne font pas exception à la règle.

PARASITOLOGIE. — *Nouvelle méthode de destruction des Moustiques par l'alternance de leurs gîtes*. Note de MM. **Edm. Sergent** et **Et. Sergent**, présentée par M. Laveran.

Sous le climat méditerranéen, la durée moyenne de la vie des larves de Moustiques dans l'eau est de trois semaines (de 16 à 25 jours) avant la métamorphose en Insectes parfaits ailés. Nous avons proposé d'appeler *gîtes à Moustiques* les collections d'eau propices à la reproduction de ces Insectes.

Les gîtes sont quelquefois énormes : lacs, étangs, marais inabordables, puissants cours d'eau. Seuls les travaux des ingénieurs modifieront ces grands gîtes en transformant la face du pays.

Mais souvent des gîtes d'étendue très restreinte suffisent à infester toute une région. Dans nombre de villages les gîtes à Moustiques du paludisme sont alimentés uniquement par l'excédent d'eau qui s'écoule des sources, des fontaines, des abreuvoirs et lavoirs, des canaux d'irrigation. Des rigoles se creusent, elles s'étalent parfois en mares qui présentent les conditions d'un bon gîte à Anophélines : eau permanente, renouvelée, sans fort courant.

Dans nos premières campagnes antipaludiques en Algérie, depuis 1902, nous avions employé contre ce genre de gîtes les mesures antilarvaires classiques : maçonnerie et bétonnage des radiers, curage, entretien, faucardement, désherbage, pétrolage, suppression des trous de sabots des troupeaux, régularisation des cours d'eau, comblement, drainage.

Depuis 10 ans [1] nous expérimentons avec succès dans le Tell algérien un nouveau procédé plus simple.

---

[1] *Campagne antipaludique de* 1908 (Alger, Veuve Heintz, 1909, 217 pages), p. 170; *Annales Institut Pasteur*, t. 24, janvier 1910, p. 66, et novembre 1910, p. 913; *Ibid.*, depuis 1908 (*passim*).

Soit un cas fréquent : le gîte formé par l'eau qui s'écoule d'une source. Au lieu de laisser la source donner naissance à un unique ruisseau, creusons deux fossés qui recevront à tour de rôle, chacun pendant une semaine, toute l'eau de la source. Un simple petit barrage de terre (ou une vanne) dirige l'eau à volonté dans l'un ou l'autre fossé. Pendant la semaine où il est en service, chaque fossé devient un gîte : des Anophélines pondent, des larves éclosent. Puis vient la semaine de repos : l'eau n'arrive plus, le fossé sèche sous le soleil estival, les larves meurent faute d'eau.

Tour à tour chaque fossé est rempli d'eau pendant une semaine et s'assèche pendant la semaine suivante : tout le travail consiste en quelques coups de pioche tous les 8 jours pour démolir un barrage de terre dans un fossé et le refaire dans le fossé voisin (ou bien ce sont deux vannes à manœuvrer).

On peut varier le dispositif : au lieu de creuser deux fossés, on peut épandre l'eau successivement à droite et à gauche du canal d'écoulement par une série de barrages dérivatifs. La rotation est calculée de façon à ce que l'eau épandue soit bue par le sol, ou évaporée, en moins de 8 jours, et l'eau n'est rejetée sur le même terrain que plusieurs semaines plus tard : ici encore, un petit barrage de terre dans le fossé, à construire ou à détruire chaque semaine.

Cette technique donne des résultats excellents, ne nécessite que peu de surveillance, et réduit les frais d'une façon considérable. D'après les calculs les plus modérés, la dépense est réduite au moins au dixième de ce que coûtent les mesures antilarvaires ordinaires.

En résumé, un gîte à Moustiques n'est dangereux que s'il est permanent. Dans des cas très fréquents, un remède consiste à remplacer ce gîte continu par deux gîtes alternatifs.

En pays méditerranéen, les larves de Moustiques ont besoin d'un gîte qui subsiste environ trois semaines. Rompons la permanence du gîte en le dédoublant, chacun des doubles ne recevant de l'eau que pendant une semaine.

HYGIÈNE ALIMENTAIRE. — *Sur la digestibilité du pain et la meilleure utilisation du froment.* Note de M. **Gabriel Bertrand**, présentée par M. Maquenne.

Dans une Note récente [1] M. Lapicque, en se fondant sur les expériences de Snyder, a appelé l'attention de l'Académie sur l'avantage qui paraît résulter, au point de vue calorimétrique, de l'emploi des farines à haut taux d'extraction dans la fabrication du pain.

Des expériences très nombreuses ont été effectuées en Amérique, de 1899 à 1905, par Snyder, Woods et Merrill, en vue de résoudre la question de savoir quelle est la farine qui donne le meilleur pain, et elles ont nettement établi, confirmant en cela les recherches chimiques de A. Girard et de Fleurent [2], la supériorité de la farine blanche sur celles à taux d'extraction élevé; il m'a paru nécessaire de les revoir au point de vue de l'utilisation du grain.

Après en avoir examiné avec soin les protocoles, j'en ai retenu un peu plus d'une soixantaine, dont les résultats vraiment comparables peuvent servir de base au calcul des coefficients recherchés. Ces expériences sélectionnées se groupent en sept séries, dans chacune desquelles il a été fait usage d'une même sorte de grain, ayant fourni des farines à 72, à 85 et à 100 pour 100 de taux d'extraction. Dans chaque série, trois ou quatre sujets étaient soumis successivement au régime de ces farines transformées en pain; par des analyses chimiques et des déterminations calorimétriques effectuées sur l'aliment et sur les produits d'excrétion, on mesurait alors la perte de substance et la perte d'énergie qu'avait subies chaque farine pendant son passage à travers l'organisme. C'est en multipliant les chiffres ainsi trouvés par les taux d'extraction que j'ai obtenu les nombres suivants, que j'appelle *coefficients de digestibilité* du froment consommé sous forme de pain.

Le calcul a été fait à la fois pour les matières protéiques (Prot.) et pour l'énergie totale, celle-ci évaluée comme d'ordinaire en calories (Cal.).

---

(1) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 413.
(2) *Le pain de froment*, par Fleurent; Paris, 1911.

D'après :	Pain à 72 %. Prot.	Cal.	Pain à 85 %. Prot.	Cal.	Pain à 100 %. Prot.	Cal.
Woods et Merrill (1)...........	64,4	65,2	73,8	76,1	76,5	84,2
Snyder : blé dur de printemps du N.-E. (2).................	61,4	64,9	68,3	72,7	77,6	80,7
Snyder : blé dur de printemps (3).	63,6	65,5	73,3	76,3	82,8	85,1
Snyder : blé tendre d'hiver du Michigan (3).................	66,8	66,8	72,8	74,8	79,4	82,6
Woods et Merrill : même blé que dans les 1ères expér. de Snyder (4)..	67,6	66,9	68,7	73,7	81,3	82,7
Snyder : blé d'Orégon (5)........	61,1	68,4	60,4	74,5	63,0	82,3
Snyder : blé d'Oklahoma (5)......	65,5	66,3	67,7	71,2	77,3	80,6

Soit, en prenant les moyennes générales :

	Mat. prot.	Calories.
Pain de farine à 72 pour 100......	64,33	66,27
» à 85 pour 100......	69,28	74,19
» à 100 pour 100......	76,84	82,59

Ainsi, quand on passe du pain blanc provenant de farine fine à 72 pour 100 au pain bis obtenu avec de la farine à 85 pour 100, comme celui qui est actuellement réglementaire, il est bien vrai qu'on augmente, en calories, le coefficient de digestibilité du grain de froment de près de 8 pour 100 en valeur absolue, soit environ 12 pour 100 en valeur relative. L'avantage paraît donc rester aux farines à taux d'extraction élevé, mais il y a d'autres considérations qui tendent à le réduire dans une proportion notable.

C'est d'abord la mauvaise qualité du grain, qui augmente le rapport du poids des enveloppes à celui de l'amande, ensuite l'accroissement du tra-

(1) *A report of investigations on the digestibility and nutritive value of bread* (*Department of Agriculture*, Washington, 1900).

(2) *Studies on bread and bread making at the University of Minnesota in* 1899 *and* 1900 (*Ibid.*, 1901).

(3) *Studies on the digestibility and nutritive value of bread at the University of Minnesota in* 1900-1902 (*Ibid.*, 1903).

(4) *Studies on the digestibility and nutritive value of bread at the Maine agricultural Station in* 1889-1903 (*Ibid.*, 1904).

(5) *Studies on the digestibility and nutritive value of bread and of macaroni at the University of Minnesota in* 1903-1905 (*Ibid.*, 1905).

vail nécessaire à la digestion d'aliments plus chargés de matières inertes.

Si tout ce qui disparaît dans le tube digestif était appliqué par l'organisme à sa nutrition, le coefficient de digestibilité se confondrait avec ce qu'on peut appeler le coefficient d'utilisation et il y aurait un intérêt évident pour l'homme à tirer du grain 85 pour 100 de farine au lieu de 72. Mais, avec le pain à 85, la partie non digérée du bol alimentaire est, d'après les chiffres relevés dans les expériences américaines, de trois à quatre fois plus grande que celle laissée par le pain à 72. Le travail perdu par la mastication, le brassage et le transport intestinal de cet excès de substance inerte vient naturellement se déduire des 8 pour 100 calculés ci-dessus. On peut alors se demander si le bénéfice restant suffit à compenser, d'une part les inconvénients multiples que présente le pain à 85 pour 100 et d'autre part la diminution de substance alimentaire qu'entraîne pour les animaux de la ferme un taux d'extraction si élevé. La question reste indécise au point de vue théorique.

En se contentant de retirer 80 parties de farine de 100 parties de grain (supposé pesant 77^{kg} par hectolitre) on atteindrait, ainsi que le montrent les tableaux précédents, un coefficient de digestibilité d'environ 72 pour 100, encore voisin de celui que possède la farine à 85, par conséquent un coefficient d'utilisation à peu près égal, et l'on supprimerait la plus grande partie des défauts du pain actuel, tout en augmentant dans une proportion notable ($\frac{1}{3}$ en poids, davantage en pouvoir nutritif), la fraction du grain laissée à la disposition du bétail, facteur également indispensable à l'alimentation et à la production agricole.

MÉDECINE. — *Résultats de la vaccination antityphoïdique aux armées pendant la guerre.* Note de M. **H. Vincent**, présentée par M. Charles Richet.

L'histoire médicale des guerres a mis en évidence la fréquence extraordinaire de la fièvre typhoïde parmi les soldats combattants. Dans plusieurs d'entre elles (guerre turco-russe de 1877, campagne de Bosnie, expédition de Tunisie, guerre hispano-américaine, guerre de Madagascar, guerre anglo-boer), le chiffre des morts par fièvre typhoïde a presque égalé et parfois dépassé celui des décès déterminés par le feu de l'ennemi.

Pendant la présente guerre, la marche générale des maladies typhoïdes

(fièvre typhoïde et fièvres paratyphoïdes A et B) dans les armées du front français a été la suivante :

1° grave poussée épidémique débutant en novembre 1914 et déjà très atténuée en mars-avril 1915. La vaccination préventive n'a pu être effectuée sur le front pendant cette période, par suite des nécessités de la guerre;

2° recrudescence estivo-automnale beaucoup moins sérieuse en 1915, due surtout aux fièvres paratyphoïdes;

3° à partir de ce moment, diminution rapide de la fièvre typhoïde et des fièvres paratyphoïdes A et B; état sanitaire très satisfaisant.

A la suite de mes missions antityphiques aux armées, la vaccination spécifique contre la fièvre typhoïde a commencé d'une manière très active au mois de février 1915. La vaccination mixte contre les fièvres paratyphoïdes A et B ou contre les trois maladies a été faite à partir des mois d'août-septembre de la même année.

Avant la guerre, et depuis l'année 1911, plus de 200000 hommes stationnés en France, en Algérie-Tunisie et au Maroc avaient reçu du vaccin antityphoïdique préparé par le Laboratoire de l'Armée, au Val-de-Grâce. Environ 20000 hommes avaient été également vaccinés contre la fièvre typhoïde et les fièvres paratyphoïdes A et B, à l'aide du vaccin triple préparé au même laboratoire.

Depuis le 3 août 1914 jusqu'au 1er septembre 1917, le Laboratoire de Vaccination antityphoïdique du Val-de-Grâce a envoyé aux armées du front 5513073 doses de vaccin.

Depuis plus de deux ans, l'armée française du front bénéficie d'un état sanitaire très remarquable : la fièvre typhoïde et les fièvres paratyphoïdes ne s'y manifestent plus qu'à un degré de fréquence très faible.

Cependant toutes les conditions y sont réunies pour favoriser l'éclosion, l'extension et la gravité de ces maladies : immenses masses d'hommes accumulées sur des espaces restreints, et en nombre tel qu'on n'en a jamais observé de semblables en aucune guerre; renouvellement incessant des effectifs; longue durée de la guerre, et combats presque sans répits; contact étroit des troupes et danger permanent de contagion interhumaine par les malades et les porteurs de germes; contamination formidable et continue du sol par les déjections de ces derniers; pullulation des mouches, etc.

Or la rareté des atteintes, et plus particulièrement celle des décès, sont devenues telles, eu égard aux énormes effectifs mis en ligne, que la fièvre typhoïde et les fièvres paratyphoïdes n'entrent plus, à proprement parler, dans les préoccupations du Service de Santé. Après avoir marqué, par leur très grande fréquence pendant l'hiver 1914-1915, le danger redoutable dont elles menaçaient les armées combattantes, ces maladies peuvent être considérées comme pratiquement vaincues.

L'application de la vaccination préventive a soulevé initialement des difficultés résultant de l'état de guerre. Dès que les injections ont pu être opérées dans les armées d'une façon systématique (février 1915), leurs résultats se sont manifestés d'une manière caractéristique : trois semaines après, en effet, la courbe de la morbidité et de la mortalité s'est infléchie brusquement.

La morbidité pour *maladies typhoïdes*, rapportée à 1000 hommes, a été la suivante pendant la période épidémique :

Novembre 1914	6,12
Décembre 1914	7,24
Janvier 1915	7

Elle s'abaisse pendant les mois suivants à 4,38; 2,49; 1,6, ..., remonte un peu à 2,47 et 2,65 en août et septembre, puis décroît de plus en plus. A partir de février 1916, le pourcentage des cas, pour 1000 hommes, descend au-dessous de l'unité, et se maintient de plus en plus bas.

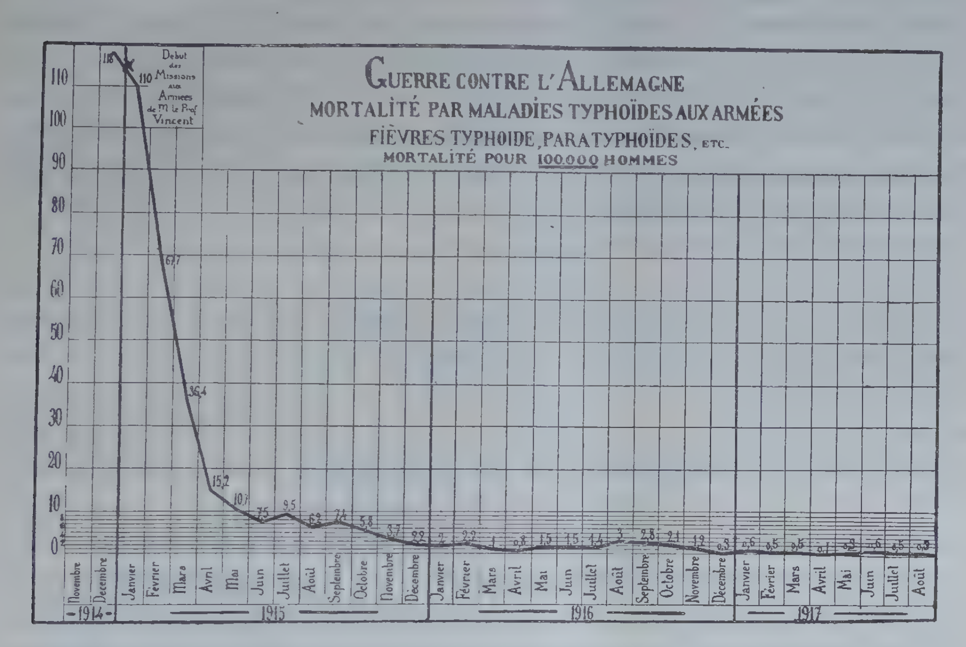
Pendant l'année 1917, les pourcentages mensuels sont extrêmement faibles. Ils sont successivement, à partir de janvier, de : 0,106; 0,048; 0,026; 0,028; 0,036; 0,064; 0,068; 0,063 pour 1000 hommes.

Si l'on envisage la mortalité par maladies typhoïdes on constate, avec non moins de netteté, les effets de la vaccination sur les fièvres paratyphoïdes, aussi bien que sur la fièvre typhoïde.

Cette vaccination s'est de plus en plus généralisée aux armées.

La rareté des cas et des décès a été directement en raison du nombre de vaccinations et revaccinations. La courbe qui traduit cette mortalité, après avoir offert un fastigium très élevé pendant la période de non-vaccination (hiver 1914-1915), descend presque verticalement, et d'une façon remarquable, dès que les vaccinations, faites à cette époque à deux injections, ont été opérées, à la suite de mes interventions aux armées. Elle se maintient, depuis lors, à un étiage tellement bas qu'on est obligé de l'évaluer par rap-

port à 100000 *hommes*. Le pourcentage, même réduit à cette échelle, est, du reste, fort souvent ramené à une fraction d'unité, ainsi que le montre le graphique ci-dessous :



Peut-on apprécier approximativement le bénéfice sanitaire dû à la prophylaxie spécifique ?

Sans donner à ces évaluations une rigueur à laquelle elles ne sauraient prétendre, on peut cependant noter ce qui suit. La moyenne mensuelle des cas de maladies typhoïdes observés pendant la période hivernale de 1914-1915 (novembre à janvier inclus), période de non-vaccination ou de vaccination incomplète, a été de 678,6 pour 100000 hommes; celle des décès, de 98,6 pour 100000 hommes. Sur cette base, et en admettant *l'hypothèse* où 4 à 5 millions d'hommes auraient passé sur le front, le total des cas qui seraient survenus pendant les trente-huit mois actuels de guerre, eût dépassé 1 million; et celui des décès, 145000. Pour aussi élevés qu'ils soient, ces nombres ne tiennent pas compte, cependant, des facteurs aggravants si importants que constituent la longue persistance des hostilités et l'influence de la saison estivo-automnale, pendant ces trois années successives. Ces conditions entraînent toujours, en effet, comme on le sait, une augmentation intense de la fréquence et de la sévérité de la fièvre typhoïde.

La pratique de la vaccination a donc économisé, à l'armée et au pays, un chiffre extrêmement élevé de cas et de décès dus aux maladies typhoïdes.

Abstraction faite des conditions favorisantes si redoutables créées par la guerre violente et prolongée, et en prenant comme terme de comparaison l'état sanitaire de l'armée française avant la guerre, état indiqué par la Statistique médicale officielle pour l'année 1911 (la dernière année publiée), on voit qu'actuellement les *cas de maladies typhoïdes observés dans les armées du front sont près de sept fois moins nombreux et les décès huit fois et demi plus rares qu'en temps de paix.*

CHIRURGIE. — *Sur l'origine cutanée des streptocoques adaptés dans les plaies de guerre.* Note de MM. **C. Levaditi** et **L. Delbez**, présentée par M. Laveran.

Dès le début de nos recherches sur la flore microbienne des plaies de guerre [février 1917 [1]] nous avons été frappés de l'importance du streptocoque quant à l'insuccès des sutures secondaires (précoces ou tardives). Conformément aux faits observés par Tissier [2], et indépendamment de cet auteur, nous avons constaté que la grande majorité des blessures qui ne se réunissaient pas contenaient du streptocoque, décelable soit par culture, soit par ensemencement de bourgeons, alors même que la courbe microbienne des frottis était à zéro. Il s'agissait de streptocoques en longues chaînettes, la plupart hémolysants et de faible virulence.

Dans la suite, nous avons tenté : 1° de préparer un sérum contre ces variétés de streptocoques, capable de provoquer, sinon la stérilité de la blessure, du moins une certaine atténuation du microbe, permettant la réunion secondaire; 2° de réaliser un vaccin; 3° de trouver une méthode d'intra-dermo-réaction, dont l'application, soit chez le blessé, soit chez l'animal (cobaye), puisse renseigner sur le degré de virulence du streptocoque et, conséquemment, sur l'opportunité de la suture; 4° de déterminer l'origine du coccus en chaînettes.

Quelques-unes de ces recherches sont actuellement en cours; d'autres

---

[1] Conférence tenue à La Panne, le 9 juin 1917.

[2] Tissier. *Ann. Inst. Past.*, n° 12. — Debeyre et Tissier, *Bull. Soc. Chir.*, 20 mars 1917.

nous ont déjà fourni des résultats précis, telle l'intra-dermo-réaction. Celle-ci montre que *pendant l'évolution de la streptococcie, il s'opère une vaccination active de l'organisme, en même temps qu'une atténuation évidente du virus.* De ces deux facteurs dépend le succès des sutures secondaires des blessures à streptocoque. Pour l'instant, nous désirons préciser l'origine du coccus en chaînettes.

Dès février 1917, il nous est apparu que le rôle de la peau dans la contamination des plaies était capital. Nous avons insisté sur l'existence de *flores cutanées* propres à certains groupes d'individus, flores dont la transmission est favorisée par la vie en commun (cantonnements, lits, etc.). Il y a des peaux à Friedländer, des peaux à *perfringens*, comme il y a des peaux à streptocoque. Et ceci nous explique pourquoi, en dehors des influences telluriques ou autres, les plaies de certaines unités vivant dans le même secteur sont plus riches en telle ou telle variété microbienne que les blessures d'autres unités. *La notion de porteurs de germes, si riche de conséquences dans le domaine de quelques maladies contagieuses, semble donc devoir être introduite dans celui des traumatismes de guerre.*

Depuis l'arrivée des contingents anglais à l'ambulance *Océan*, le nombre de plaies streptococciques a augmenté considérablement : de 19 pour 100 qu'il était chez les Belges du même secteur, il est monté à 56 pour 100. *L'ensemencement des squames cutanées prélevées loin des lésions, et cela dès l'entrée du blessé à l'ambulance, a prouvé que le streptocoque provient de la peau.* En effet, parmi 57 examens pratiqués chez les Anglais, 31 ont permis de déceler le streptocoque sur la peau, soit dans une proportion de 54 pour 100. Dans 45 cas, il fut possible d'examiner simultanément la plaie et la peau : 17 fois les squames ont fourni une culture streptococcique positive (37 pour 100). Enfin, chez 31 blessés dont la peau renfermait le streptocoque, la plaie était streptococcique dans une proportion de 38 pour 100. Il en résulte que *le pouvoir d'adaptation du streptocoque cutané dans la blessure est considérable chez les Anglais, puisqu'il dépasse le tiers des cas.*

Des recherches parallèles ont été pratiquées sur des contingents belges. Ici, la notion d'une flore cutanée particulière à des groupes d'individus vivant ensemble apparaît d'une façon éclatante. Ainsi, chez des militaires cantonnés à l'arrière du front et ne vivant pas dans les tranchées, les résultats positifs n'ont pas dépassé 12 pour 100; par contre, sur un contingent de 50 hommes ayant quitté les tranchées depuis environ 1 mois et

qui avaient cependant pris des bains, le streptocoque a été décelé sur la peau 31 fois, soit dans 62 pour 100 des cas (54 pour 100 chez les Anglais). *La vie aux tranchées paraît donc favoriser manifestement la streptococcie cutanée.*

D'un autre côté, si l'on compare ces chiffres à ceux fournis par les contingents anglais, on est frappé de ce que, à fréquence égale du streptocoque cutané chez les combattants, les plaies des Anglais sont bien plus souvent streptococciques que les blessures des Belges, toutes choses égales d'ailleurs, et cela dès le début (56 pour 100 au lieu de 19 pour 100). Nul doute que cette différence soit attribuable à la sensibilité particulière de la race anglaise à l'égard du streptocoque. On ne peut s'empêcher de rapprocher ce fait de la fréquence et surtout de la gravité de la scarlatine chez les Anglais. On connaît le rôle important joué par le streptocoque dans les complications de cette maladie. Or, si la scarlatine est grave chez les Anglais, c'est que chez eux l'organisme est plus sensible à l'égard du coccus en chaînettes. *L'insuffisance de la défense antistreptococcique des plaies de guerre semble donc être, chez les Anglais, avant tout, une question de race.*

A 16 heures l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 16 heures et demie.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances mai 1917 (*suite et fin*).

Canada. Ministère des mines. *Les gisements de magnétite près de Calabogie, comté de Renfrew, Ontario*, par E. Lindeman; — *Recherches sur les tourbières et l'industrie de la tourbe au Canada*, 1911-12, par A. Anrep. Ottawa, Imprimerie du Gouvernement, 1917; 2 fasc. in-8°.

La vida de un sabio ùtil : Ferrán, par Marcos-Jesús Bertrán. Barcelona, Ribó, 1917; 1 vol. in-8°.

British antarctic expedition 1907-9 under the command of sir E.-H. Shackleton. *Reports on the scientific investigations : Geology*, vol. II. *Contribution to the palaeontology and petrology of South Victoria Land.* London, William Heinemann, 1916; 1 vol. in-folio.

Catalogue and measures of double stars, by Robert Jonckheere. Reprinted from the *Memoirs of the Royal astronomical Society*, vol. LXI. London, Royal astronomical Society, 1917; 1 vol. in-folio. (Présenté par M. Baillaud.)

Essai sur la représentation topographique du rocher, par F. Schrader. Paris, Club alpin, 1911; 1 fasc. in-8° et une carte du massif de Gavarnie et du Mont-Perdu. (Présenté par M. Ch. Lallemand.)

Notes ptéridologiques, par le prince Bonaparte, fasc. III. Paris, 1916; 1 fasc. (Présenté par l'auteur.)

Mécanique théorique et appliquée, par E.-E. Marchand Bey. Chatou, 1917; 1 vol. in-8°.

Rapport sur les travaux du Bureau central de l'Association géodésique internationale en 1916. Leide, Brill, 1917; 1 fasc.

Report on the progress of agriculture in India for 1915-16. Calcutta, Government printing, 1917; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 3 septembre 1917.)

Note de MM. *Galaine*, *Lenormand* et *Houlbert*, Sur l'exploitation économique des tourbes, etc. :

Page 339, ligne 5 en remontant, *au lieu de* c'est-à-dire à $3^{kg},7$, *lire* c'est-à-dire de $3^{kg},7$.

(Séance du 10 septembre 1917.)

Note de M. *L. Launoy*, Sur la sensibilité de la méthode générale d'extraction des alcaloïdes dans l'eau :

Page 361, ligne 19, *au lieu de* $0^g,0003$ à $0^g,0004$, *lire* $0^g,00003$ à $0^g,00004$.
Même page, ligne 29, *au lieu de* réactions positives vertes, *lire* réactions positives nettes.